

**Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung einer signalverarbeitenden Betrachtung eines mit der Atmungs-  
tätigkeit einer Person im Zusammenhang stehenden  
Messsignales**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung einer signalverarbeitenden Betrachtung eines mit der Atmungstätigkeit, beispielsweise dem Atemgasfluss im Zusammenhang stehenden Messsignales, insbesondere zur Abstimmung der Druckregelung bei der Verabreichung eines atembaren Gases auf einem zumindest phasenweise über dem Umgebungsdruck liegenden Druckniveau, sowie allgemein zur Diagnose und oder Therapie schlafbezogener Atmungsstörungen.

Zur Behandlung schlafbezogener Atmungsstörungen ist es bekannt, einem Patienten ein Atemgas, insbesondere Umgebungsluft auf einem Druckniveau zuzuführen, das zumindest phasenweise über dem Umgebungsdruckniveau liegt. Durch die Verabreichung des Atemgases auf Überdruckniveau wird es möglich, im Bereich der oberen Atemwege eine pneumatische Schienung herbeizuführen, wodurch auf physiologisch gut verträgliche Weise etwaigen Obstruktionen in diesem Atemwegsbereich vorgebeugt werden kann.

Eine besonders gute Verträglichkeit der Atemgaszufuhr auf erhöhtem Druckniveau wird erreicht, indem der Atemgasdruck auf einen möglichst geringen, lediglich zur Obstruktionsprävention, oder Obstruktionsbegrenzung hinreichenden Druck eingestellt wird. Es ist bekannt, durch eine in ein CPAP-Gerät integrierte elektronische Druckregleinrichtung, die Einstel-

## 2

lung des momentan erforderlichen Atemgasdruckes unter Berücksichtigung der Auswertungsergebnisse einer signalverarbeitenden Betrachtung des momentanen Atemgasstromes vorzunehmen. Der momentane Atemgasstrom kann insbesondere durch Volumenstrom-Sensoren z.B. Messblenden erfasst werden.

Bei CPAP-Geräten mit automatischer Druckabstimmung ist die elektronische Druckregelungseinrichtung mit der Zielsetzung konfiguriert, dass der erforderliche Atemgasdruck mit hinreichender Sicherheit bereitgestellt wird, andererseits jedoch die Dynamik der Druckvariation derart niedrig ist, dass durch die Änderungen des Atemgasdruckes der Schlafverlauf des Patienten nicht merklich beeinträchtigt wird. Beeinträchtigungen können insbesondere dann auftreten, wenn temporär vergleichsweise hohe Atemgasdruckpegel eingestellt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Lösungen bereitzustellen, durch welche eine mit hoher Wahrscheinlichkeit zutreffende elektronische Auswertung eines für die Atmungstätigkeit repräsentativen Signales erreicht werden kann, so dass basierend auf dieser Auswertung der physiologische Zustand eines Patienten zutreffend bestimmt werden kann, und/oder die Atemgaszufuhr, insbesondere der Atemgasdruck verbessert auf die momentanen physiologischen Bedürfnisse abgestimmt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass im Rahmen einer signalverarbeitenden Betrachtung eines für den Atemgasstrom indikativen Messsignals, Betrachtungsergebnisse gewonnen werden, die eine Differenzierung zwischen obstruktiven und zentralen Atmungsstörungen ermöglichen.

Dadurch wird es auf vorteilhafte Weise möglich, im Zusammenhang mit der Erfassung des momentanen Atemgasstromes eine Trendanalyse durchzuführen durch welche die für die Behebung oder Prävention einer momentanen oder bevorstehenden Atmungsstörung geeignetsten Maßnahmen, insbesondere Abstimmung der Druckregelungscharakteristik, getroffen werden können oder der Druck entsprechend eingestellt werden kann.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die signalverarbeitende Betrachtung derart, dass hierdurch die Inspirationszeit und die Expirationszeit für abfolgende Atemzüge erfasst wird. Durch Ermittlung des Verhältnisses von Inspirationszeit und Expirationszeit und Betrachtung der zeitlichen Änderung dieser Verhältnisse kann ein Trend erkannt werden, ob bevorstehende, oder bereits vorliegende Atmungsstörungen obstruktiv und/oder zentral bedingt sind.

Insbesondere in Kombination mit dieser Maßnahme, oder auch alternativ hierzu, ist es auch möglich, aus einer Vergleichenden Betrachtung sukzessive auftretender Änderungen von Eigenschaften der Ableitungen, insbesondere der ersten Ableitung des Atemgasstromes im Bereich des Atemphasenwechsels Aussagen für eine bestehende oder bevorstehenden Störungsphase zu gewinnen.

Das Verhältnis von Inspirationszeit  $I_x$  zu Expirationszeit  $E_x$  kann zur Beschreibung von Atmungsstörungen herangezogen werden. Insbesondere kann ein Trend in der Änderung der Dauer der Inspirationszeit gegenüber der Expirationszeit einen Hinweis auf eine bevorstehende Obstruktion in den oberen A-

temwegen geben. Darüber hinaus kann die Betrachtung des Verhältnisses von Inspirationszeit  $I_x$  zu Expirationszeit  $E_x$  in einer Trendanalyse dazu beitragen, obstruktive von zentralen Apnoen zu differenzieren.

Besonders vorteilhaft ist exakte Messung des Atemgasstromes „Flow-Kurve“

Das Verhältnis von Inspiration zu Expiration kann als Duty-Cycle bezeichnet werden und stellt einen Informationsträger zur Bewertung der Atemflussstörungen in den oberen Atemwegen dar. Treten tatsächlich Flusslimitationen auf, so verlängert sich scheinbar die Inspirationszeit. Der nasal gemessene Widerstand (Resistance) der oberen Atemwege bleibt dagegen unverändert. Geht man davon aus, dass das Atemminutenvolumen konstant bleibt, so lässt sich ein Zusammenhang zwischen dem Volumenfluss, der Inspirationsdauer und der Atemzugdauer herleiten. (Das Atemminutenvolumen ist gleich dem Volumenfluss multipliziert mit der Inspirationszeit und dividiert durch die Atemzugdauer.)

Insbesondere in Kombination mit dieser Maßnahme, oder auch alternativ hierzu, ist es auch möglich, aus einer vergleichenden Betrachtung sukzessive auftretender Änderungen von Eigenschaften der Ableitungen der - oder innerhalb der - Atemzyklen, insbesondere der ersten Ableitung des Atemgasstromes im Bereich des Atemphasenwechsels, Aussagen für eine bestehende oder bevorstehenden Störungsphase zu gewinnen.

Die Betrachtung des Differentials kann sich auf den Beginn des Inspirationszyklus und/oder auf das Ende des Inspirati-

## 5

onszyklus sowie auch auf die Betrachtung der Kurvenform während des Inspirationszyklus richten.

Die durchschnittliche Steigung kann in einfacher Form für Intervalle berechnet werden die sich zum Beispiel über 10% der Zeitdauer der jeweiligen Atemphase erstrecken.

Die Steigung (z.B maximale Steigung beim Phasenwechsel) kann auch innerhalb eines Fensters gleitend über den Inspirationszyklus errechnet werden.

Die Trendanalyse insbesondere hinsichtlich der Beschaffenheit und Konstitution des Atemantriebes erfolgt vorzugsweise unter Berücksichtigung/Einbeziehung der nachfolgend angegebenen Signalauswertungsergebnisse:

- max. Spitzenflow während des Inspirationszyklus
- des Atemzugvolumens
- der Inspirationszeit
- der zweiten Ableitung der gemessenen Flow-Kurve

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung erfolgt die signalverarbeitende Betrachtung auf Grundlage einer Betrachtung des Differentials zu Beginn des Expirationszyklus bzw. am Ende des Expirationszyklus. Das Differential kann in einfacher Form über ein Intervall von z.B. 10% zu Beginn des Expirationszyklus und nach dem expiratorischen Maximal-Flows oder gleitend berechnet über den Expirationszyklus errechnet werden. Die Auswertung kann ähnlich wie vorangehend beschrieben in vorteilhafter Weise unter Einbeziehung des max. Spitzenflows während des Expirationszyklus, dem Atemzugvolumens, und/oder der Expirationszeit und/oder die zweite Ableitung (Krümmung) der gemessenen Flow-Kurve während des

Expirationszyklus durchgeführt werden. Die Auswertung ermöglicht ebenfalls eine Aussage über die Beschaffenheit und die Konstitution der oberen Atemwege.

Die Abflachung der Atemflusskurve während des Inspirationszyklus kann nach dem Modell des Starling-Resistors als Flow-Limitation interpretiert werden. Die Betrachtung des Verlaufes der Kurvenform während des Inspirationszyklus in einem Intervall zwischen z.B. 10% nach Beginn und 10% vor Ende des Inspirationszyklus kann in vorteilhafter Weise Aufschluss über die elastischen Eigenschaften der oberen Atemwege geben. Ein Rückschluss auf den Pcrit-Wert (Druck, bei dem die oberen Atemwege verschließen) kann hierdurch ebenfalls gezogen werden.

Die Signalverarbeitung umfasst in vorteilhafter Weise insbesondere die Analyse der Anzahl lokaler Maxima und Minima, der Amplitude der lokalen Maxima und Minima, der Abfolge der Größe der Amplituden lokaler Maxima und Minima sowie der Frequenz in der Abfolge der lokalen Maxima und Minima.

Die erfindungsgemäße Signalverarbeitung umfasst gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung vorzugsweise auch die spektrale und amplitudenmäßige Betrachtung eines Schnarchsignals und kann hierauf basierend Aufschluss über die Beschaffenheit der elastischen Eigenschaften der oberen Atemwege geben sowie evtl. über Art und Ort des Verschlusses in den oberen Atemwegen.

Gemäß einem besonderen Aspekt erfolgt die signalverarbeitende Auswertung und die hierauf basierende Trendanalyse auf Grund-

lage einer kombinierten Betrachtung wenigstens zweier nachfolgend angegebener Parameter. Die Trendanalyse basiert vorzugsweise auf einer Betrachtung der Veränderung der Verhältnisse der kombiniert betrachteten Parameter.

Inspirationszeit

Expirationszeit

Atemzugdauer und Atemzugfrequenz

Atemzugvolumen während des Inspirationszyklus,

Atemzugvolumen während des Expirationszyklus,

erstes Differential und zweites Differential des Atemflusses,

Amplituden lokaler Maxima und lokaler Minima,

Frequenz lokaler Maxima und lokaler Minima,

Wendepunkte,

maximaler inspiratorischer Fluss und maximaler Expiratorischer Fluss

Die signalverarbeitende Betrachtung der oben angegebenen Parameter kann Aufschluss geben über:

- die Beschaffenheit der oberen Atemwege geben u.a. zur Differenzierung zwischen zentralen und obstruktiven Apnoen,
- die elastischen Eigenschaften der oberen Atemwege (Rückstell-Modul, E-Modul)
- den Ort einer Obstruktion
- den Schweregrades einer Schlafapnoe
- den Pcrit-Wert

Weitere Einzelheiten und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung. Es zeigen:

**Fig.1** einen Ausschnitt aus einem Atemgas-Fluss Diagramm zur Erläuterung eines signalverarbeitenden Betrachtung auf Grundlage einer Ermittlung der Verhältnisse der Inspirationsdauer zur Expirationsdauer für abfolgende Atemzyklen;

**Fig.2** einen Ausschnitt aus einem Atemgas-Fluss Diagramm zur Erläuterung einer signalverarbeitenden Betrachtung auf Grundlage einer Betrachtung der Änderung von Kurvenformmerkmalen von abfolgenden Inspirationszyklen;

**Fig. 3** einen Ausschnitt aus einem Atemgas-Fluss Diagramm zur Erläuterung eines signalverarbeitenden Betrachtung auf Grundlage einer Betrachtung der Änderung von Kurvenformmerkmalen von Abfolgenden Expirationszyklen;

**Fig. 4** einen Ausschnitt aus einem Atemgas-Fluss Diagramm zur Erläuterung eines signalverarbeitenden Betrachtung auf Grundlage einer Auswertung von Kurvenformmerkmalen innerhalb von Intervallen in abfolgenden Inspirationszyklen.

Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Atemgas-Fluss Diagramm zur Erläuterung einer signalverarbeitenden Betrachtung



auf Grundlage einer Ermittlung der Verhältnisse der Inspirationsdauer zur Expirationsdauer für abfolgende Atemzyklen.

Das Verhältnis von Inspirationszeit  $I_x$  zu Expirationszeit  $E_x$  und insbesondere die Veränderung desselben für abfolgende Atemzyklen, stellt eine für das Auftreten von Atmungsstörungen indikative Information dar. Insbesondere kann ein Trend in der Änderung der Dauer der Inspirationszeit gegenüber der Expirationszeit einen Hinweis auf eine bevorstehende Obstruktion in den oberen Atemwegen geben. Darüber hinaus kann die Betrachtung des Verhältnisses von Inspirationszeit  $I_x$  zu Expirationszeit  $E_x$  in einer Trendanalyse dazu beitragen, obstruktive von zentralen Apnoen zu differenzieren. Vorteilhaft ist eine möglichst exakte Messung des Atemgasflusses und damit mögliche Abbildung der Flow-Kurve.

Das Verhältnis von Inspiration zu Expiration kann als Duty-Cycle bezeichnet werden und stellt einen Informationsträger zur Bewertung der Atemflussstörungen in den oberen Atemwegen dar. Treten tatsächlich Flusslimitationen auf, so verlängert sich scheinbar die Inspirationszeit. Die nasal gemessene Resistance der oberen Atemwege bleibt dagegen unverändert.

Geht man davon aus, dass das Atemminutenvolumen konstant bleibt, so lässt sich ein Zusammenhang zwischen dem Volumenfluss, der Inspirationsdauer und der Atemzugdauer herleiten. (Das Atemminutenvolumen ist gleich dem Volumenfluss multipliziert mit der Inspirationszeit und dividiert durch die Atemzugdauer.)

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt aus einem Atemgas-Fluss Diagramm zur Erläuterung einer signalverarbeitenden Betrachtung auf Grundlage einer Betrachtung der Änderung von Kurvenformmerkmalen von abfolgenden Inspirationszyklen. In dem Diagramm nach Figur 2 ist die über die erste Ableitung des Atemgasflusses ermittelte mittlere Steigung zu Beginn des Inspirationszyklus bzw. am Ende des Inspirationszyklus dargestellt. Diese mittlere Steigung ist in einfacher Form berechnet über z.B. ein 10%-Intervall oder gleitend berechnet über den Inspirationszyklus. Als weitere Kurvenformmerkmale können insbesondere die Extremwerte des Atemgasflusses (Spitzenflow während des Inspirationszyklus) und/oder das Atemzugvolumen und/oder die Inspirationszeit und/oder die zweite Ableitung der erfassten Flow-Kurve berücksichtigt werden. Die Auswertung dieser Kurvenformmerkmale - und insbesondere die Betrachtung der Veränderung derselben ermöglicht Aussagen über die Beschaffenheit und die Konstitution des Atemantriebes d.h. den momentanen -oder in Kürze vorherrschenden physiologischen Zustand des Patienten.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt aus einem Atemgas-Fluss Diagramm zur Erläuterung einer signalverarbeitenden Betrachtung auf Grundlage einer Betrachtung der Änderung von Kurvenformmerkmalen von Abfolgenden Expirationszyklen, insbesondere in Form einer Auswertung des Differentials zu Beginn des Expirationszyklus bzw. am Ende des Expirationszyklus wie es in einfacher Form z.B. für ein 10%-Intervall zu Beginn des Expirationszyklus und nach dem Expiratorischen Maximal-Flows oder gleitend über den Expirationszyklus ermittelt werden kann.

Ähnlich wie für Figur 2 angegeben, können auch hier als weitere Kurvenformmerkmale insbesondere die Extremwerte des Atemgasflusses (Spitzenflow während des Expirationszyklus) und/oder das Atemzugvolumen und/oder die Expirationszeit und/oder die zweite Ableitung der erfassten Flow-Kurve berücksichtigt werden. Die Auswertung dieser Kurvenformmerkmale - und insbesondere die Betrachtung der Veränderung derselben ermöglicht Aussagen über die Beschaffenheit und die Konstitution des Atemantriebes d.h. den momentanen -oder in Kürze vorherrschenden physiologischen Zustand des Patienten.

Figur 4 zeigt einen Ausschnitt aus einem Atemgas-Fluss Diagramm zur Erläuterung einer signalverarbeitenden Betrachtung auf Grundlage einer Auswertung von Kurvenformmerkmalen innerhalb von Intervallen in abfolgenden Inspirationszyklen.

Die Abflachung der Atemflusskurve während des Inspirationszyklus kann (nach dem Modell des Starling-Resistors) als Flow-Limitation interpretiert werden kann. Die Betrachtung des Verlaufes der Kurvenform während des Inspirationszyklus in einem Intervall zwischen z.B. 10% nach Beginn und 10% vor Ende des Inspirationszyklus gibt Aufschluss z.B. über die elastischen Eigenschaften der oberen Atemwege.

Ein Rückschluss auf den Pcrit-Wert (Druck, bei dem die oberen Atemwege verschließen) ist durch diese Analyse ebenfalls möglich.

Bei der Durchführung einer Trendanalyse werden in vorteilhafter Weise insbesondere die folgenden Auswertungsergebnisse berücksichtigt:

## 12

- Anzahl lokaler Maxima und Minima
- die Amplitude der lokalen Maxima und Minima,
- die Abfolge der Größe der Amplituden lokaler Maxima und Minima sowie
- die Frequenz in der Abfolge der lokalen Maxima und Minima.
- Kurvenform in einem Intervall während des Inspirationszyklus
- Länge der Intervalle

Die spektrale und amplitudenmäßige Betrachtung eines Schnarchsignals kann weiterhin Aufschluss über die Beschaffenheit der elastischen Eigenschaften der oberen Atemwege geben sowie über Art und Ort des Verschlusses in den oberen Atemwegen.

Die Erfindung ist nicht auf die vorangehend beschriebenen Anwendungsbeispiele beschränkt. Sie kann insbesondere bei der Steuerung des Atemgasdruckes sowie der Abstimmung der Druckregelung bei einem CPAP-Gerät durch Einsatz einer entsprechend konfigurierten Signalverarbeitungseinrichtung Anwendung finden. Sie kann auch bei der zeitlich versetzten Auswertung einer Messdatenreihe Anwendung finden und ermöglicht hierbei eine Visualisierung obstruktiv oder zentral verursachter Phasen gestörter Atmung. Die Erfindung kann auch in Verbindung mit einem Pneumotachographen allgemein zur Untersuchung der Schlaf-Atmung eines Patienten herangezogen werden, ohne dass hierbei unmittelbar durch druckerhöhte Atemgaszufuhr etwaige Störungen obstruktiver Art simultan behoben werden müssen.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Durchführung einer signalverarbeitenden Betrachtung eines mit der Atmungstätigkeit einer Person im Zusammenhang stehenden Messsignals, insbesondere zur Abstimmung der Druckregelung bei der Verabreichung eines atembaren Gases auf einem zumindest phasenweise über dem Umgebungsdruck liegenden Druckniveau, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Rahmen der signalverarbeitenden Betrachtung des für den Atemgasstrom indikativen Messsignals, Auswertungsergebnisse generiert werden, die eine Differenzierung zwischen obstruktiven und zentralen Atmungsstörungen ermöglichen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass hierbei die Inspirationszeit und die Expirationszeit für abfolgende Atemzüge erfasst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet dass das Verhältnisses von Inspirationszeit und Expirationszeit erfasst wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine Betrachtung der zeitlichen Änderung dieser Verhältnisse ein Auswertungssignal generiert wird das Aussage darüber gibt, ob bevorstehende, oder bereits vorliegende Atmungsstörungen obstruktiv und/oder zentral bedingt sind.
5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass aus einer vergleichenden Auswertung sukzessive auftretender Änderungen von Eigenschaften der Ableitungen, insbesondere der ersten Ableitung des Atemgas-

stromes im Bereich des Atemphasenwechsels Auswertungsergebnisse generiert werden, die darüber Aussage geben, ob eine Atmungsstörungsphase bevorsteht.

6. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Inspirationszeit  $I_x$  zu Expirationszeit  $E_x$  zur Beschreibung von Atmungsstörungen herangezogen wird.

7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Änderung der Dauer der Inspirationszeit gegenüber der Expirationszeit einen Hinweis auf eine bevorstehende Obstruktion in den oberen Atemwegen darstellt.

8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass aus einer vergleichenden Betrachtung sukzessive auftretender Änderungen von Eigenschaften der Ableitungen der - oder innerhalb der -Atemzyklen, insbesondere der ersten Ableitung des Atemgasstromes im Bereich des Atemphasenwechsels, Auswertungsergebnisse für eine bestehende oder bevorstehenden Störungsphase extrahiert werden.

9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Betrachtung des Differentials sich auf den Beginn des Inspirationszyklus und/oder auf das Ende des Inspirationszyklus richtet.

10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Betrachtung auf die Kurvenform während des Inspirationszyklus richtet.

## 15

11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die durchschnittliche Steigung in einfacher Form für Intervalle berechnet wird die sich zum Beispiel über 10% der Zeitdauer der jeweiligen Atemphase erstrecken.

12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Die Steigung des  $v^{\circ}$ -Verlaufes innerhalb eines Fensters gleitend über den Inspirationszyklus errechnet wird.

13. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Trendanalyse insbesondere hinsichtlich der Beschaffenheit und Konstitution des Atemantriebes erfolgt.

14. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Trendanalyse vorzugsweise unter Berücksichtigung/Einbeziehung der nachfolgend angegebenen Signalauswertungsergebnisse:

max. Spitzenflow während des Inspirationszyklus  
des Atemzugvolumens  
der Inspirationszeit  
der zweiten Ableitung der gemessenen Flow-Kurve

erfolgt.

15. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die signalverarbeitende Betrachtung auf Grundlage einer Betrachtung des Differentials zu Beginn des Expirationszyklus bzw. am Ende des Expirationszyklus.

16. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Differential in einfacher Form über ein Intervall von z.B. 10% zu Beginn des Expirationszyklus und nach dem expiratorischen Maximal-Flows oder gleitend berechnet über den Expirationszyklus errechnet wird.

17. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertung unter Einbeziehung des max. Spitzenflows während des Expirationszyklus, dem Atemzugvolumens, und/oder der Expirationszeit und/oder der zweiten Ableitung (Krümmung) der gemessenen Flow-Kurve während des Expirationszyklus durchgeführt wird.

18. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass auf Grundlage der Auswertung ein Auswertungsergebnis generiert wird, das Aussage über die Beschaffenheit und die Konstitution der oberen Atemwege gibt.

19. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Betrachtung des Verlaufes der Kurvenform die Analyse der Anzahl lokaler Maxima und Minima, der Amplitude der lokalen Maxima und Minima, der Abfolge der Größe der Amplituden lokaler Maxima und Minima sowie der Frequenz in der Abfolge der lokalen Maxima und Minima umfasst.

20. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitung auch die spektrale und amplitudenmäßige Betrachtung eines Schnarchsignals umfasst.



21. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die signalverarbeitende Auswertung und die hierauf basierende Trendanalyse auf Grundlage einer kombinierten Betrachtung wenigstens zweier nachfolgend angegebener Parameter erfolgt.

22. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Trendanalyse auf einer Betrachtung der Veränderung der Verhältnisse wenigstens zweier der nachfolgend angegebenen Parameter basiert: Inspirationszeit, Expirationszeit, Atemzugdauer, Atemzugfrequenz, Atemzugvolumen während des Inspirationszyklus, Atemzugvolumen während des Expirationszyklus, erstes Differential und zweites Differential des Atemflusses, Amplituden lokaler Maxima und lokaler Minima, Frequenz lokaler Maxima und lokaler Minima, Wendepunkte, maximaler inspiratorischer Fluss und maximaler expiratorischer Fluss.

23. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass auf Grundlage der Auswertung AUswertungsergebnisse generiert werden, die Aussage geben über:

- die Beschaffenheit der oberen Atemwege geben u.a. zur Differenzierung zwischen zentralen und obstruktiven Apnoen,
- die elastischen Eigenschaften der oberen Atemwege (Rückstell-Modul, E-Modul)
- den Ort einer Obstruktion
- den Schweregrad einer Schlafapnoe
- den Pcrit-Wert.

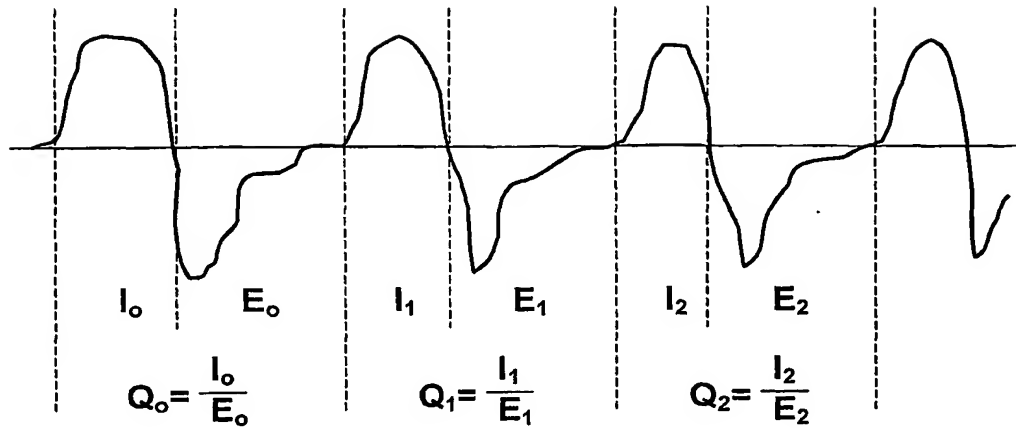
24. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 23.

25. Vorrichtung zur Zufuhr eines Atemgases zu einem Patienten auf einem zumindest phasenweise über dem Umgebungsdruck liegenden Druckniveau, mit einer Fördereinrichtung zur Förderung des Atemgases, einer Messeinrichtung zur Generierung eines hinsichtlich des Atemgasflusses indikativen Signales, einer Regeleinrichtung zur Einregelung des Atemgasdruckes auf einen vorgegebenen Solldruck, einer Druckvorgabeeinrichtung zur Vorgabe des Solldruckes, gekennzeichnet durch eine Signalverarbeitungseinrichtung die derart konfiguriert ist, dass diese auf Grundlage einer Veränderung von Atemzyklusspezifischen Referenzmerkmalen ein Auswertungsergebnis generiert, das indikativ ist, ob, oder in wie weit eine vorherrschende oder bevorstehende Atmungsstörung obstruktivem oder zentralem Ursprungs ist und dass der Solldruck unter Berücksichtigung dieses Auswertungsergebnisses bestimmt wird.

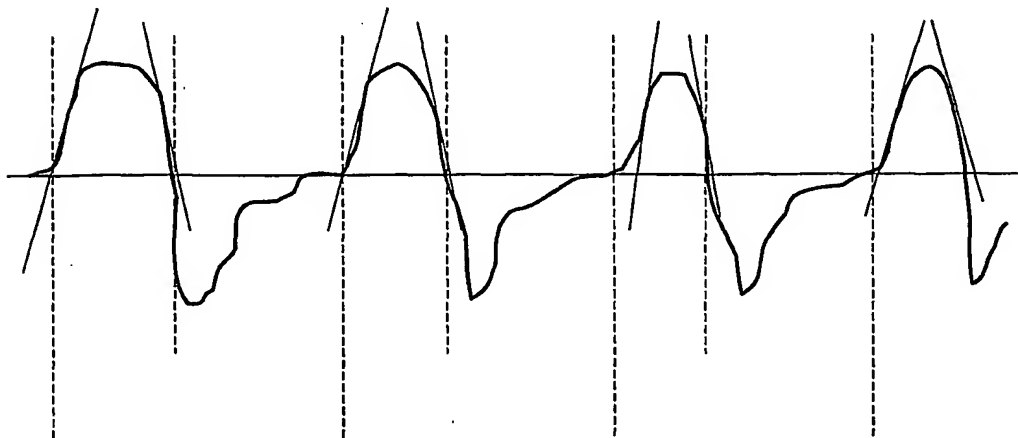
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass diese eine sich zwischen der Fördereinrichtung und einer Atemmaske erstreckende Atemgasleitung und eine Atemmaskeneinrichtung umfasst.

27. Auswertungsvorrichtung zur Auswertung einer Messdatenreihe die hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs der Atmung eines Patienten indikative Informationen enthält, umfassend eine Signalverarbeitungsvorrichtung die derart konfiguriert ist, dass diese auf Grundlage einer Veränderung von Atemzyklusspezifischen Referenzmerkmalen Auswertungsergebnisse generiert, das indikativ ist, ob, oder inwieweit eine in der Messreihe Sequenzen enthalten sind, die als Atmungsstörung obstruktivem oder zentralem Ursprungs einzustufen sind.

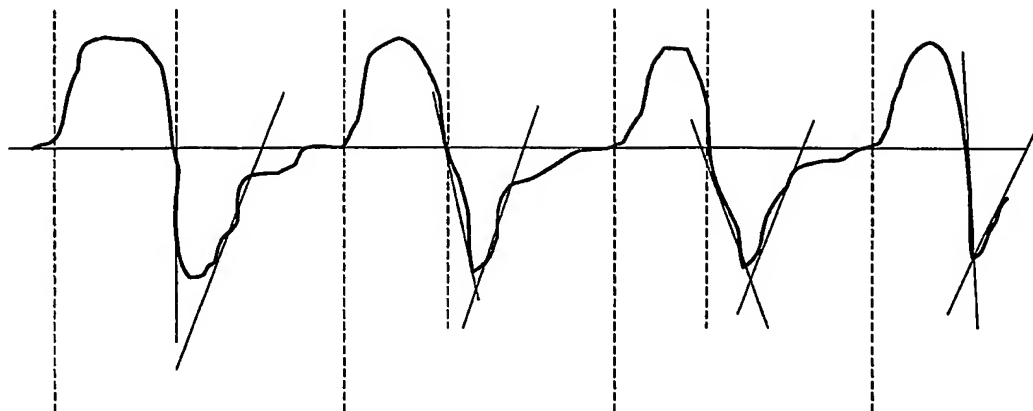
28. Auswertungsvorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Messreihe zumindest abschnittsweise visualisierbar ist, und dass die Sequenzen vermuteter gestörter Atmung unterscheidbar als Sequenzen obstruktivem oder zentralem Ursprungs hervorhebbar sind.

**Fig. 1**

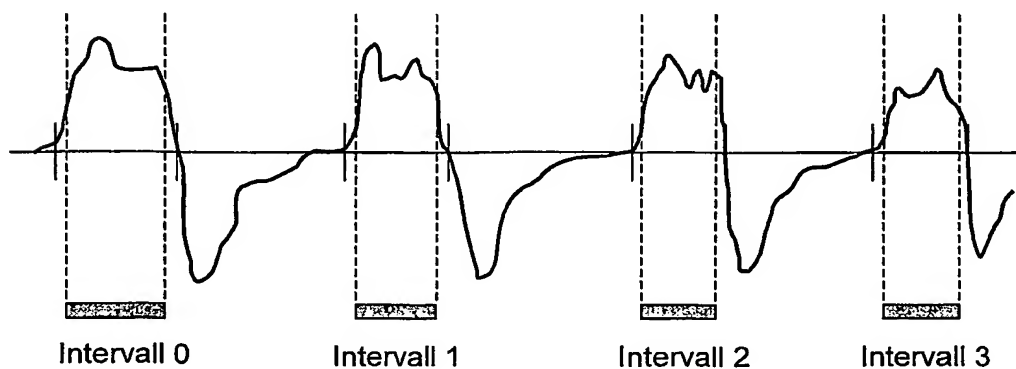
Die Betrachtung des Inspirations- / Expirationsverhältnisses.

**Fig. 2**

Betrachtung der Veränderung charakteristischer Merkmale der Kurvenform abfolgender Inspirationszyklen.

**Fig. 3**

Betrachtung der Änderungen von Kurvenformmerkmalen für abfolgende Expirationszyklen.

**Fig. 4**

Betrachtung der Veränderung von Kurvenformmerkmalen in einem Intervall innerhalb abfolgender Inspirationszyklen. - Betrachtung der Veränderung der Längen von definierten Intervallen in abfolgenden Inspirationszyklen.